

Влияние электрического поля на спектры поглощения пьезокерамики ПКР-1

Харченко Диана Геннадьевна

Южный федеральный университет

Сидоренко Евгений Никифирович, к.ф.-м.н.

diana.harchenko555@yandex.ru

В данной работе изучено влияние постоянного электрического поля на спектры поглощения энергии электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ) пьезокерамики ПКР-1 (пьезокерамика ростовская). Для этой керамики характерен широкий интервал рабочих температур и высокая временная стабильность. В настоящее время пьезокерамика ПКР-1 считается одной из наиболее востребованных керамик для практического применения среди других материалов типа ПКР. Одним из главных направлений развития керамики стало создание микрокомпьютеров и важнейших элементов электронной техники. Кроме того, керамика отличается исключительной многофункциональностью по сравнению с другими типами материалов.

Экспериментальная установка состояла из трех генераторов качающейся частоты, перекрывающих диапазон частот от 3,1 до 11,5 ГГц, панорамного измерителя КСВН и ослабления, микрополосковой линии и направленных ответвителей. Микрополосковая линия имела 50-омную нагрузку. Установка работала в режиме бегущей волны. Исследуемые образцы пьезокерамики цилиндрической формы высотой 1 мм и диаметром 10 мм располагались на поверхности микрополосковой линии. На верхней поверхности образца нанесены серебряные электроды в форме двух параллельных полосок шириной 1 мм с расстоянием между ними 1-0,5 мм.

Пьезокерамика ПКР-1 относится к высокочувствительному типу керамик. Поэтому при воздействии на нее СВЧ электромагнитного поля возникает отклик пьезокерамики в виде частичного поглощения энергии этого поля. Типичный спектр поглощения, зависимость поглощенной энергии от частоты $L(f)$ для образца пьезокерамики в отсутствие постоянного электрического поля (E) представлен на *рис.1*. Для него характерно наличие большого максимума поглощения (40 дБ) на частоте $f_0=4,6$ ГГц. Аналогичный график зависимости $L(f)$ наблюдался ранее для керамических и кристаллических сегнетоэлектриков [1]. Наличие больших острых максимумов поглощения в спектре объясняют явлением пьезоэлектрического резонанса ансамблей элементов доменной структуры [2].

Приложение к образцу небольшого постоянного электрического поля ($E = 4-5$ кВ/см) резко изменяет характер поглощения. Максимум энергии смещается в область более высоких частот на несколько МГц, а поглощение в максимуме существенно уменьшается. Причиной этих изменений спектра могут быть изменения параметров и концентрации доменных стенок, которые осциллируют в электромагнитном поле.

При дальнейшем увеличении напряженности поля E спектр поглощения пьезокерамики кардинально изменяется. По-прежнему поглощение в максимуме продолжает уменьшаться, а частота максимума увеличиваться. Но при $E=12-15$ кВ/см спектр поглощения $L(f)$ выглядит модулированным квазипериодическим импульсным сигналом (*рис. 2*). Спектр в интервале частот 3,1 – 5,6 ГГц представляет собой последовательность импульсов шириной приблизительно 50 МГц. Импульс состоит из двух частей, отличающихся по длительности в 4 раза. В моменты воздействия части импульса меньшей длительности, поглощение энергии в спектре резко уменьшается на 4-5 дБ во всем диапазоне частот. Аналогичные изменения в спектре в образцах керамики ПКР-1 происходили и в диапазоне более высоких частот 5,6-8,2 ГГц. Получившемуся спектру соответствует устройство, выполняющее функцию полосового заграждающего фильтра с различными уровнями поглощения.

Напряженность постоянного неоднородного электрического поля максимальна между электродами на поверхности образца. Можно предположить, что причиной происходящих изменений спектра пьезокерамики ПКР-1 являются поверхностные квазипериодические разряды. Такие разряды называют еще незавершенными скользящими разрядами или микропробоями. Они происходят между локальными областями поверхности диэлектрика. Известно, что такие разряды сопровождаются излучением энергии электромагнитного поля в области высоких и сверхвысоких частот [3]. Таким образом, в нашем случае наблюдается наложение поля незавершенных поверхностных разрядов на спектр поглощения пьезокерамики. В результате этого результирующий спектр выглядит модулированным квазипериодическим сигналом. В интервалах времени, когда происходит электрический разряд, наблюдается ослабление поглощения энергии электромагнитного поля образцом, а интервалах времени при отсутствии разряда поглощение восстанавливается до прежнего уровня.

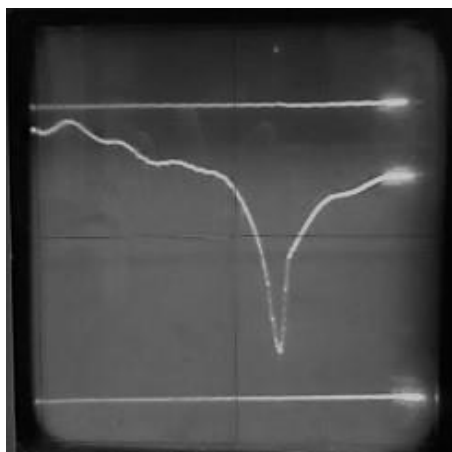


рис.1. Спектр поглощения энергии $L(f)$ ПКР-1 при $E=0$. Ось абсцисс-частота СВЧ поля в диапазоне 3,1-5,6 ГГц, ось ординат-поглощение энергии от 0 до 45 дБ.

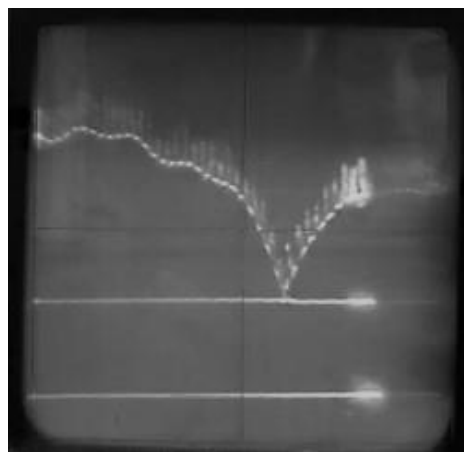


рис.2. Спектр поглощения энергии $L(f)$ ПКР-1 при напряженности постоянного электрического поля $E=12.4$ кВ/см.

В результате выполненной работы можно сделать следующие выводы.

1. Постоянное электрическое поле напряженностью менее 10 кВ/см изменяет собственные резонансные частоты и концентрацию осциллирующих в электромагнитном поле доменных стенок пьезокерамики. При этом максимумы в спектрах поглощения энергии электромагнитного поля уменьшаются по величине и смещаются по частоте.

2. Поле повышенной напряженности (12-15) кВ/см вызывает поверхностные микропробои пьезокерамики. В результате чего спектр поглощения энергии образца выглядит модулированными квазипериодическими импульсами. Предполагается, что причиной этого явления является дополнительное электромагнитное излучение незавершенных поверхностных разрядов пьезокерамики ПКР-1.

Список публикаций:

- [1] E. N. Sidorenko, A. V. Turik, I. S. Andreev // *Ferroelectrics*. 2003. № 286. С. 131.
- [2] Е. Н. Сидоренко, В. Г. Гавриляченко, А. В. Турик, А. Ф. Семенчев, И. И. Натхин // *Электромагнитные волны и электронные системы*. 2013. Т. 18. №9. С.51-54.
- [3] H. Cha, S. Kim, D. Park, G. Kil // *Journal of Electrical Engineering and Technology*. 2011. № 7(3). С.65.

Исследование оптических спектров химически модифицированного поливинилиденфторида

Чалов Дмитрий Александрович

Кундикова Наталия Дмитриевна, д.ф.-м.н., Живулин Владимир Евгеньевич, к.ф.-м.н.

Южно-Уральский государственный университет

Песин Леонид Абрамович, д.ф.-м.н.

chalovdmitriy@gmail.com

В последние годы большое число работ посвящено практическому синтезу и теоретическому моделированию низкоразмерных углеродных структур, в том числе и карбина. Карбин представляет собой совокупность углеродных цепей, в которых соседние атомы соединены между собой либо двойными, либо чередующимся тройными и одинарными связями. Существуют различные, зачастую противоречивые структурные модели карбиновых цепей и их взаимного упорядочения. Однако обнаружение кристаллического карбина в природных минералах вселяет надежду на реализацию условий его синтеза и в лабораторных условиях. Одним из возможных способов синтеза углеродистых материалов, содержащих одномерные фрагменты, является карбонизация галогенсодержащих полимеров.

Поливинилиденфторид (ПВДФ) – полимерный материал, обладающий рядом уникальных физико-химических свойств [1], благодаря которым он находит широкое применение в мембранных технологиях, электронике, медицине, акустике и др. Равное количество фтора и водорода в цепочечном скелете полимера создает потенциальную возможность использования ПВДФ в качестве исходного материала для создания одномерных углеродных наноструктур путем химического и/или радиационного дегидрофторирования (ДФ).